

SC-8-1

ホールド型ディスプレイにおける 動画の画質劣化とその改善方法

Degradation of Quality of Moving Images Displayed on Hold Type Displays
 and Its Improving Method

栗田泰市郎

Taiichiro KURITA

NHK放送技術研究所

NHK Science and Technical Research Laboratories

1. まえがき

最近の LCD ディスプレイの普及にはめざましいものがある。しかし、こと動画表示の画質という観点からは、まだ CRT に優位性があることを認めざるを得ない。テレビ用などの動画表示用ディスプレイとして LCD が CRT に取って代わるには、動画表示の画質（以下、動画質）をさらに改善することが必要である。ここでは動画表示の観点から、LCD 等のホールド型ディスプレイが改善すべき点や、その改善方法を述べる[1][2][3]。

2. ホールド型ディスプレイの動画質劣化

一般に、LCD の動画表示ではほけ妨害が知覚されることはよく知られている。

CRT と LCD で、ある画素についての表示光の時間応答を比較すると図 1 のようになる。CRT の表示光はインパルス的であり、TFT 型等の LCD の表示光は 1 フィールド間ホールドされ、表示光の変化が原理的には階段状になるのが特徴である。実際の LCD ではデバイスの応答時間が存在し、指数関数的に変化する。

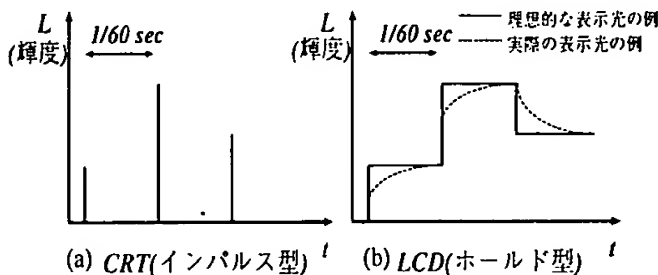


図 1 ディスプレイ表示光の時間応答

実際の LCD を用いて画質劣化の程度を評価してもよいが、劣化の原因がホールド型の表示方式によるのか、あるいは応答時間によるのかが判別困難である。また、実際の LCD では、解像度などの空間的特性や階調性も理想的でない場合も多く、純粋に時間特性が画質に与える影響のみを比較評価することも困難である。そこで、標準の 8 倍のフィールド周波数である 480Hz で動作する 8 倍速 CRT を試作し、これによりホールド型 LCD の動画質をシミュレートして、それを評価した[1]。

この方法では、図 2 に示すようにフィールド周波数 480Hz で同じ画像を 8 回繰り返して表示し、60Hz のホールド型表示をシミュレートする。デバイスの応答時間を考慮する場合は、繰り返し毎に表示光のデータに異なる係数を乗じ、指数的な応答波形をシミュレートする。

網膜の出力細胞である神経節細胞は 1 秒間に 300 個程度以上のパルスを出力できないと言われており[4]、人間は 1/300 秒以内の光波形の違いを知覚できないと考えられる。一方、CRT は蛍光体の残光時間があるため、発光は理想的なインパルスではない。しかし、実際に光波形を観測したところ、テレビ用の短残光の CRT では 480Hz においてほぼインパルス的と見なせる。これらから、図 2 の方法で LCD の動画質を充分シミュレート可能と考えられる。

純粋に 480Hz の動画像として表示した場合の表示光と、シミュレートしたホールド型の表示光を水平一時間領域で比較すると図 3 のようになる。ホールド型では、動画像を同じ画面位置に 8 回表示してから次の画面位置に表示する。

動画質の主観評価実験として、2 重刺激劣化尺

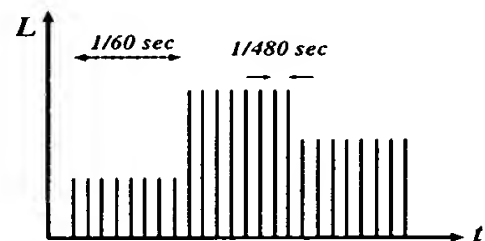


図 2 8 倍速 CRT によるシミュレーション

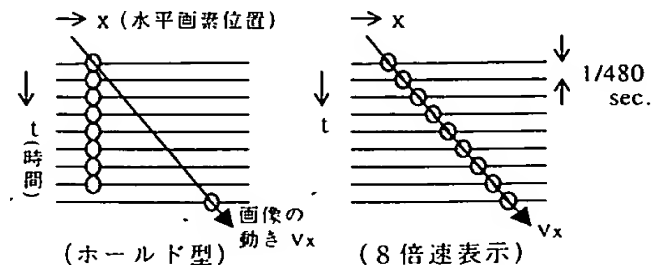


図 3 ホールド型表示と 8 倍速表示

度法 (EBU 法) を用いて 5 段階で評価した。評定者に対して、まず原画を表示した後に評価画像を表示し、原画に対する劣化の程度を 5 段階で評価する。原画として静止画の標準画像を、評価画像として原画を右または左に等速移動させた画像を用いた。評定者は非専門家 15~17 名である。結果を図 4 に示す。

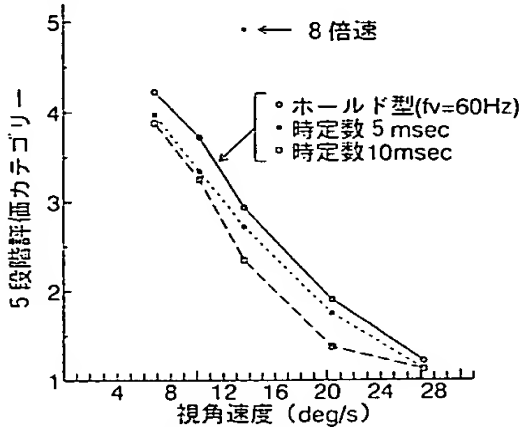


図4 動画質の評価 (画像: 肌色チャート)

図 4 から、絵柄やデバイスの応答時間に関わらず、ホールド型の表示方式を用いただけで動画質がかなり劣化することがわかる。すなわち、現在の TFT-LCD の応答時間だけを改善しても画質改善効果には限界があり、テレビディスプレイとして十分な動画質を得るためには、表示方式そのものに関わる改善方法が必要になることがわかる。

このような画質劣化は、ホールド型の表示方式と、視覚系の時間-空間積分効果のミスマッチにより生じていることが明らかになっている[2]。

3. 動画質劣化の改善方法

ホールド型ディスプレイの動画質劣化を改善する方法として 2 つのアプローチが考えられる。

- 1) 表示光のホールド時間を短くする。
- 2) 表示光をできるだけ画像の動きに沿った画面位置に配置する。

3.1 シャッタによる改善

ホールド時間を短くするには、例えば、ディスプレイの光路のどこかにシャッタをつけ、走査の垂直同期に同期して開口時間を制限すればよい。このとき、表示デバイスの動作はそのままでも、見かけ上、開口時間に比例してホールド時間が短くなる。透過型のディスプレイであれば、バックライトをシャッタと同様にフラッシュさせても等価な効果が得られる。ホールド時間が短くなれば、視覚系で積分される画素の空間的範囲が狭くなり、ぼけが改善される。

図 5 は、開口時間による画質の改善効果を 8 倍速 CRT により評価した結果である[1]。評価方法

等は図 4 の場合と同様である。図から、開口時間、すなわちホールド時間の減少とともに画質が改善されることが明らかである。

3.2 2 倍速表示による改善

ホールド時間を短くする方法では、その分だけ光を遮断するため、光の利用率が下がってしまう。

光源に負担をかけずに動画質を改善する方法として、デバイスを 2 倍またはそれ以上のフィールド周波数で走査する方法が考えられる。この方法では、ディスプレイの入力信号から、動き補償を用いた信号処理により例えば 2 倍のフィールド周波数 120Hz の画像信号を作成して表示する。2 倍速表示では表示光がより画像の動きに沿った配置となる。従って、シャッタの場合と同様に視覚系で積分される画素の空間的範囲が狭くなり、ぼけが改善される。ただし、デバイスの走査は 120Hz で行われる必要があり、表示デバイスには負担となる。また、動き補償が必要なため、信号処理回路の規模も増大する。

2 倍速表示による改善効果を評価したところ、50% シャッタによる表示と同様な改善効果が得られている[1][3]。

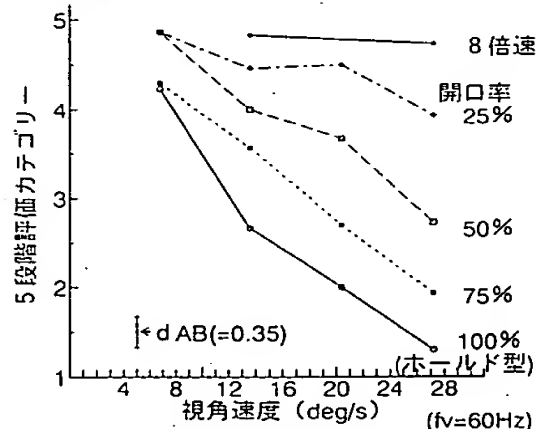


図5 シャッタによる改善効果 (肌色チャート)

4. むすび

以上のように、TFT-LCD 等のホールド型ディスプレイでは、その表示方式が原因で動画において動きボケが知覚されるが、改善は可能である。

参考文献

- [1] 石黒、栗田、「8 倍速 CRT によるホールド発光型ディスプレイの動画質に関する検討」、信学技法、EID96-4, pp.19-26 (1996-06).
- [2] 斎藤、栗田、「ホールド型ディスプレイの動画表示における観視メカニズムの検討」、映情学技法、Vol.22, No.17, pp.19-24 (1998-03).
- [3] 栗田、「ホールド型ディスプレイの表示方式と動画表示における画質」、液晶学会、第一回 LCD フォーラム予稿 (1998-08).
- [4] L. Spillman, J. S. Werner, "Visual Perception," p.89, Academic Press (1990).